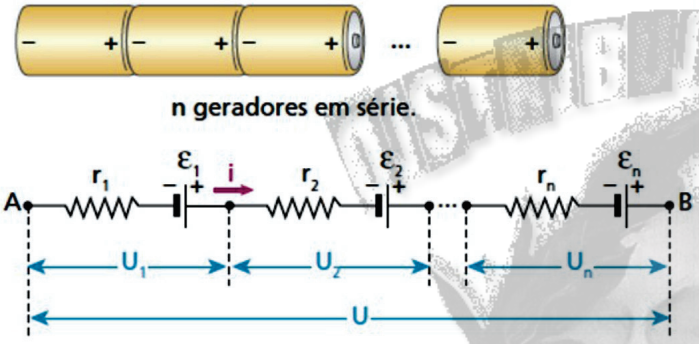
Aula 17

Introdução

Um cenário bastante comum em situações envolvendo problemas de circuitos elétricos é o aparecimento de associações de resistores, geradores e receptores. A análise de Resistores já foi feita previamente. Nesse capítulo estudaremos os geradores e receptores

Associação em Série de geradores

Considere a situação da figura a seguir:

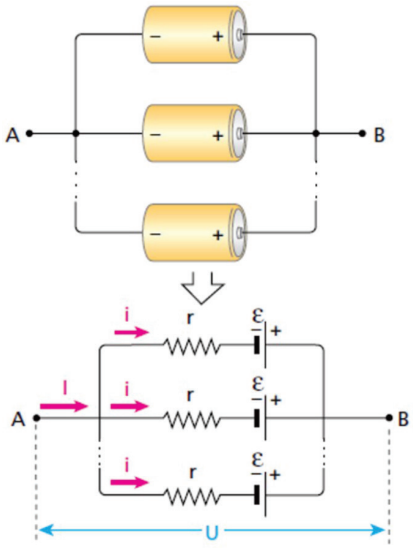


O gerador do circuito equivalente será dado pelas seguintes características:

- Força eletromotriz ε_{eq}:
  $\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$
- Resistência interna equivalente r_{eq}:
  $r_{eq} = r_1 + r_2 + ... + r_n$

Associação em paralelo

Considere a situação da figura seguinte em que os geradores são iguais



O equivalente será dado por:

- Força eletromotriz ε_{eq}: = ε
- Resistência interna r_{eq} = r/n

Para situações mais gerais, podemos recorrer ao Teorema de Millmann:

- Cálculo da resistência equivalente:
$$\frac{1}{r_{eq}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}$$

- Cálculo da força eletromotriz equivalente:
$$\frac{\varepsilon_{eq}}{r_{eq}} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} \pm ... \pm \frac{\varepsilon_n}{r_n}$$

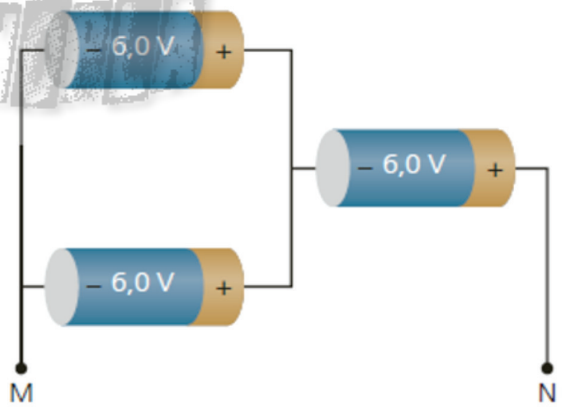
Circuitos redutíveis a um único caminho

Em situações que temos vários elementos de circuitos (geradores, receptores e resistores) em que conseguimos reduzir o sistema a um único caminho, podemos escrever a Lei de Pouillet de modo mais completo:

$$i = \frac{\Sigma\varepsilon - \Sigma\varepsilon'}{R_{circuito}}$$

Exercícios

1. Considere o arranjo formado por três pilhas idênticas de f.e.m. ε = 6,0 V cada uma e resistência interna desprezível conectadas como mostra a figura a seguir. Essas pilhas são utilizadas para alimentar um dispositivo que funciona como aquecedor portátil.



Dois resistores idênticos, de resistência R, ligados em paralelo, foram conectados aos terminais M e N, e em cada um deles circulou uma corrente elétrica de intensidade i = 4,0 A. Qual o valor de R para que os resistores possam receber a corrente citada?

A) 1 Ω
B) 2 Ω
C) 3 Ω
D) 4 Ω
E) 5 Ω

2. Dois geradores ideais, de tensões iguais a V, foram ligados a dois resistores iguais, de resistência R, conforme ilustram os circuitos a seguir.

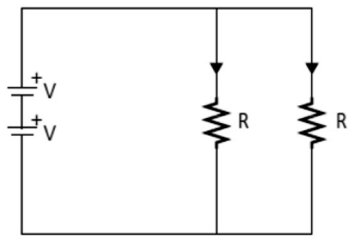


Figura (a)

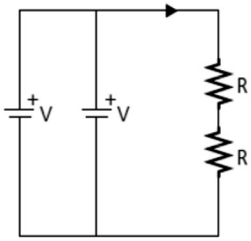


Figura (b)

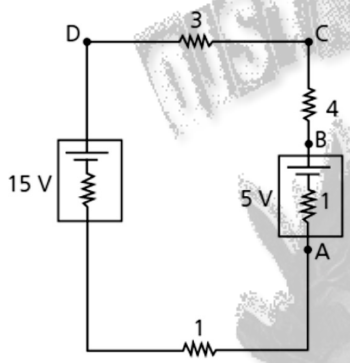
Considerando o exposto, a razão da corrente em um dos resistores do circuito (a) pela de um resistor de (b) é:

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$

C) 1 D) 2

E) 4

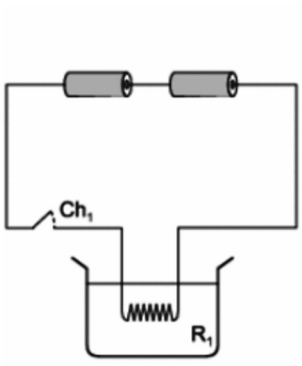
3. Considere que o circuito a seguir seja a representação simplificada de um gerador alimentando um receptor, como também é representada a resistência dos fios de ligação.



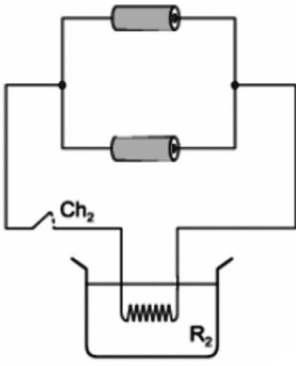
Considerando que todas as resistências são ôhmicas e sua unidade de medidas em Ω, qual a diferença de potencial entre os pontos A e B (VB – VA) do circuito?

A) 3 V.
B) 6 V.
C) zero.
D) – 3 V.
E) – 6 V.

4. A figura a seguir ilustra dois resistores de imersão dentro de recipientes termicamente isolados e com capacidades térmicas desprezíveis, contendo as mesmas quantidades de água. Os resistores R_1 e R_2 estão ligados, respectivamente, a uma associação de geradores em série e em paralelo.



Recipiente 1

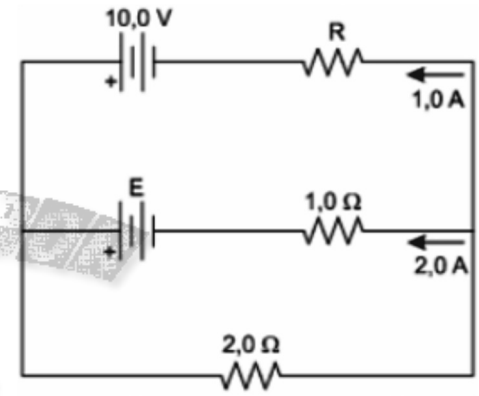


Recipiente 2

Os valores das resistências elétricas de R_1 e R_2 foram ajustados adequadamente de tal forma que cada associação de geradores transfere a máxima potência a cada um dos resistores. Despreze a influência da temperatura na resistência elétrica e no calor específico da água e considere que todos os geradores apresentem a mesma fem e a mesma resistência interna. Fecha-se simultaneamente as chaves Ch_1 e Ch_2 e, após 5 min, verifica-se que a variação de temperatura da água no recipiente 1 foi de 20 °C. Nesse mesmo intervalo, a água no recipiente 2 apresenta uma variação de temperatura, em °C, igual a

A) 5
B) 10
C) 15
D) 20

5. (Efomm) O valor da força eletromotriz E e da resistência R no circuito da figura apresentado a seguir, são, respectivamente,



A) E = 4,0 V e R = 4,0 Ω
B) E = 4,0 V e R = 16,0 Ω
C) E = 8,0 V e R = 4,0 Ω
D) E = 8,0 V e R = 12,0 Ω
E) E = 8,0 V e R = 16,0 Ω

6. (ITA) Uma bateria composta por 50 células voltaicas em série é carregada por uma fonte de corrente contínua ideal de 220 V. Cada célula tem uma força eletromotriz de 230 V e resistência interna de 0,100 Ω.

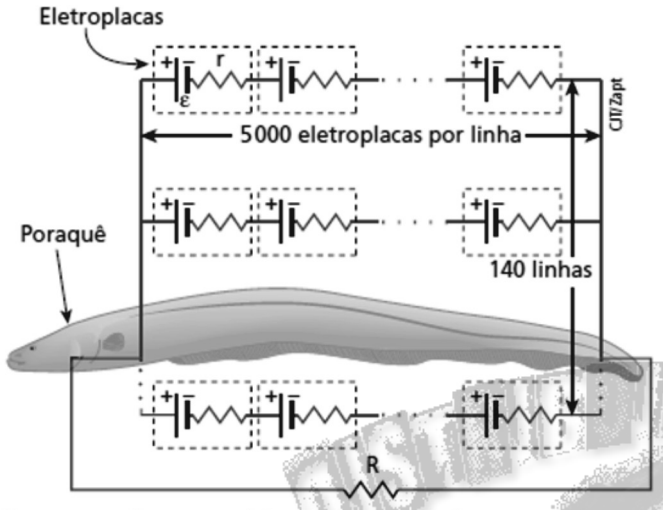
Sendo a corrente de carregamento de 6,00 A, indique o valor da resistência extra que deve ser inserida em série com a fonte.

A) 23,0 Ω
B) 36.6 Ω
C) 12,5 Ω
D) 5,00 Ω
E) 19,2 Ω

7. (AFA) Um estudante dispõe de 40 pilhas, sendo que cada uma delas possui fem igual a 1,5 V e resistência interna de 0,25 Ω. Elas serão associadas e, posteriormente, ligadas num resistor de imersão de resistência elétrica igual a 2,5 Ω. Desejando-se elevar a temperatura em 10 °C de 1000 g de um liquido cujo calor especifico é igual a 4,5 J/g°C, no menor tempo possível, este estudante montou uma associação utilizando todas as pilhas. Sendo assim, o tempo de aquecimento do liquido, em minutos, foi, aproximadamente, igual a

A) 5
B) 8
C) 12
D) 15

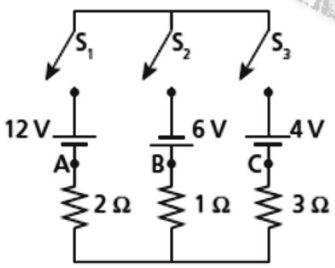
8. (UFRN) O poraquê (E*lectrophorus electricus*), peixe muito comum nos rios da Amazônia, é capaz de produzir corrente elétrica por possuir células especiais chamadas eletroplacas. Essas células, que atuam como baterias fisiológicas, estão dispostas em 140 linhas ao longo do corpo do peixe, tendo 5000 eletroplacas por linha. Essas linhas se arranjam da forma esquemática mostrada na figura a seguir. Cada eletroplaca produz uma força eletromotriz ε = 0,15 V e tem resistência interna r = 0,25 Ω. A água em torno do peixe fecha o circuito.



Representação esquemática do circuito elétrico que permite ao poraquê produzir corrente elétrica.

Se a resistência da água for R = 800 Ω, o poraquê produzirá uma corrente elétrica de intensidade igual a:
A) 8,9 A
B) 6,6 mA
C) 0,93 A
D) 7,5 mA

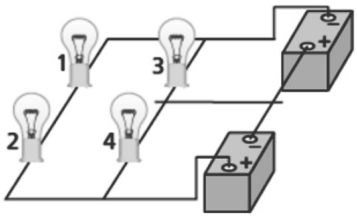
9. (UFC) Determine os módulos das correntes elétricas nos pontos A, B e C do circuito, mostrado na figura a seguir, em todas as situações em que apenas duas das chaves S_1, S_2 e S_3 estejam fechadas.



10. Quatro geradores, cada um com fem igual a 6 V e corrente de curto-circuito igual a 30 A, são associados em paralelo. Determine a fem e a resistência interna equivalentes a essa associação.

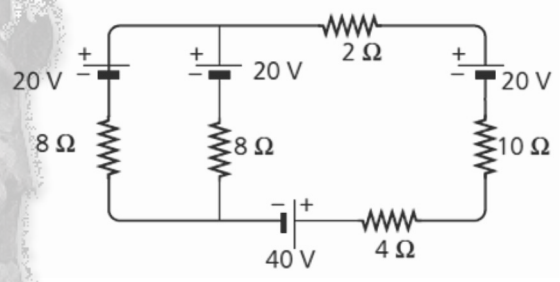
11. Quantas pilhas de 1,5 V de força eletromotriz e 0,3 Ω de resistência interna devem ser associadas em série para que um pequeno motor de corrente contínua, ligado aos terminais da associação, se submeta a uma ddp de 6 V? Sabe-se que esse motor, quando recebe 6 V, é percorrido por uma corrente de intensidade igual a 1 A.

12. (Unifesp-SP) Um rapaz montou um pequeno circuito utilizando quatro lâmpadas idênticas, de dados nominais 5 W-12 V, duas baterias de 12 V e pedaços de fios sem capa ou verniz. As resistências internas das baterias e dos fios de ligação são desprezíveis. Num descuido, com o circuito ligado e as quatro lâmpadas acesas, o rapaz derrubou um pedaço de fio condutor sobre o circuito entre as lâmpadas indicadas com os números 3 e 4 e o fio de ligação das baterias, conforme mostra a figura.



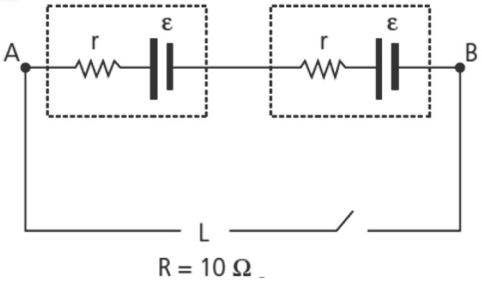
O que o rapaz observou a partir desse momento foi:
A) as quatro lâmpadas se apagarem devido ao curto-circuito provocado pelo fio.
B) as lâmpadas 3 e 4 se apagarem, sem qualquer alteração no brilho das lâmpadas 1 e 2.
C) as lâmpadas 3 e 4 se apagarem, e as lâmpadas 1 e 2 brilharem mais intensamente.
D) as quatro lâmpadas permanecerem acesas e as lâmpadas 3 e 4 brilharem mais intensamente.
E) as quatro lâmpadas permanecerem acesas, sem qualquer alteração em seus brilhos.

13. O circuito a seguir representa, de maneira simplificada, um trecho de uma placa de circuito de um aparelho eletrônico.



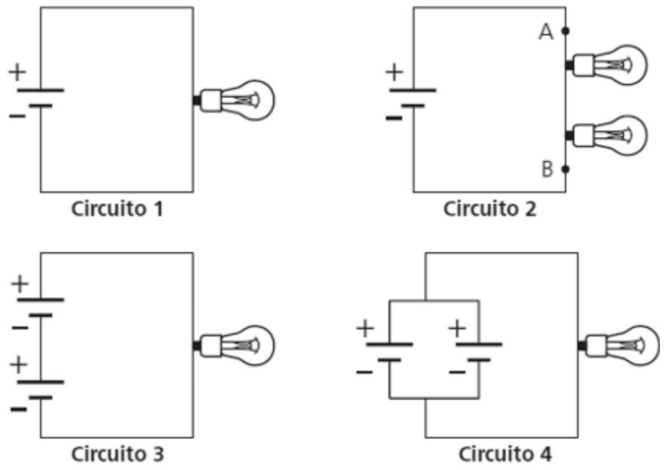
Das correntes do circuito, a que apresenta maior valor será a de:
A) 1 A.
B) 2 A.
C) 3 A.
D) 4 A.
E) 5 A.

14. (Efomm-RJ) Observe a figura a seguir.



O esquema anterior representa o circuito elétrico de uma lanterna com duas pilhas idênticas ligadas em série e uma lâmpada L com resistência R = 10 Ω. Com o circuito aberto, a ddp entre os pontos A e B é de 3,0 V. Quando o circuito é fechado, a ddp entre os pontos A e B cai para 2,5 V. A resistência interna de cada pilha e a corrente elétrica do circuito fechado são, respectivamente, iguais a
A) 0,5 Ω e 0,50 A
B) 1,0 Ω e 0,25 A
C) 1,0 Ω e 1,00 A
D) 1,5 Ω e 0,25 A
E) 1,5 Ω e 1,00 A

15. (UFU) Dispondo de algumas pilhas idênticas, de resistência interna desprezível, fios e pequenas lâmpadas de mesma potência, um estudante monta alguns tipos diferentes de circuitos elétricos, conforme a figura a seguir.



Em relação aos fios ideais anteriores, considere as afirmativas sobre a corrente que circula pelos circuitos.

I. A corrente que circula pelo circuito 2 é menor que a do circuito 4;
II. A corrente que circula pelo circuito 1 é menor que a do circuito 3;
III. A corrente que circula pelo circuito 1 é menor que a do circuito 4;
IV. No circuito 2, quando a corrente passa pelo ponto A, ela é maior do que quando passa pelo B.

Assinale a alternativa que apresenta apenas afirmativas corretas.

A) I e II.
B) II e III.
C) I e IV.
D) III e IV.

Gabarito

1	2	3	4	5
C	E	E	D	C
6	**7**	**8**	**9**	**10**
C	B	C	*	*
11	**12**	**13**	**14**	**15**
*	E	B	B	A

* 09. S_1 e S_2: $i_A = i_B = 6$ A; $i_C = 0$; S_1 e S_3: $i_A = i_C = 1{,}6$ A; $i_B = 0$; S_2 e S_3: $i_B = i_C = 2{,}5$ A; $i_A = 0$

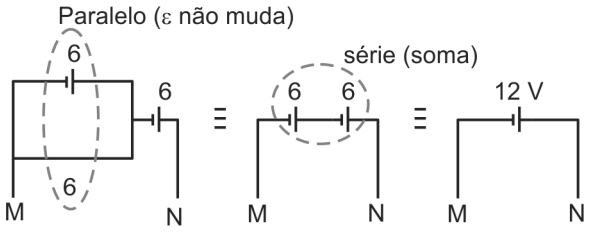
10. 6 V e 0,05 Ω

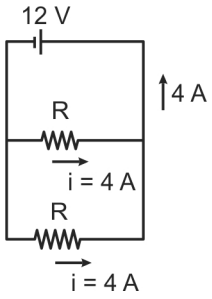
11. n = 5

Resoluções

01.

Paralelo (ε não muda)



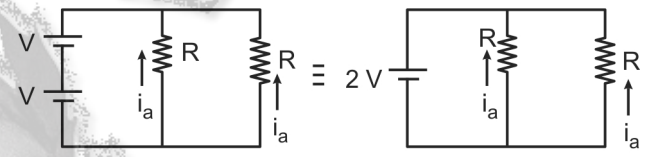


$12 = 4 \cdot R \Rightarrow \boxed{R = 3\,\Omega}$

Resposta: C

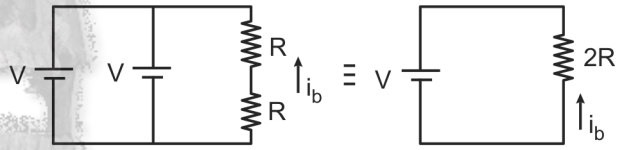
02.

Figura (a)



$2\,V = R \cdot i_a \Rightarrow i_a = \dfrac{2V}{R}$

Figura (b)

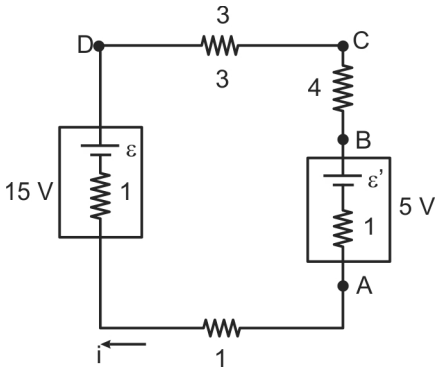


$V = 2R \cdot i_b \Rightarrow i_b = \dfrac{V}{2R}$

$\dfrac{i_a}{i_b} = \dfrac{2V}{R} \cdot \dfrac{2R}{V} = 4$

Resposta: E

03.



$(15 - 5) = (3 + 4 + 1 + 1 + 1) \cdot i$

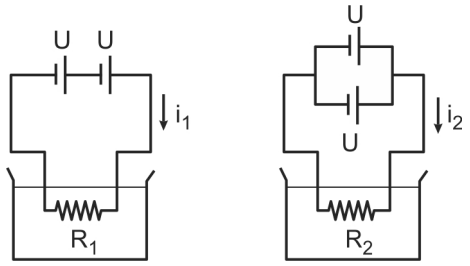
$i = 1$ A

$V_A + 1\,A \cdot 1\,\Omega + 5\,V = V_B$

$V_A - V_B = -6\,V$

Resposta: E

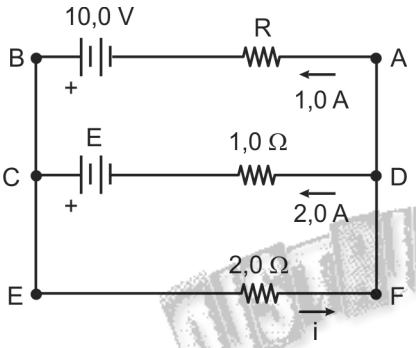
04.



$2U = R_1 \cdot i_1$

$$\boxed{i_1 = \frac{2U}{R_1}}$$

05.



Nó D: $i = 2 + 1 \Rightarrow \boxed{i = 3{,}0\ A}$

Malha CDFEC:

$V_C - E + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 3 = V_C \Rightarrow \boxed{E = 8\ V}$

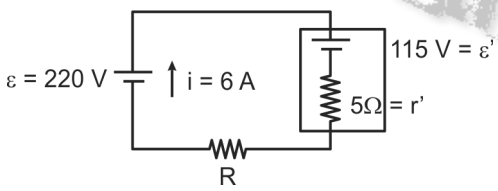
Malha BADFECB:

$V_B - 10 + R \cdot 1 + 2 \cdot 3 = V_B \Rightarrow \boxed{R = 4{,}0\ \Omega}$

Resposta: C

06.

$\varepsilon = 50 \times 2{,}30 = 115\ V$
$r = 50 \times 0{,}100 = 5\ \Omega$



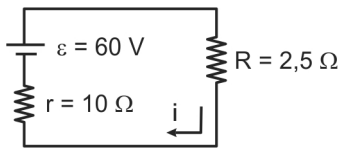
$220 - 115 = (R + 5) \cdot 6 \Rightarrow \boxed{R = 12{,}5\ \Omega}$

Resposta: C

07.

$\left.\begin{array}{l}\varepsilon = 40 \times 1{,}5 = 60\ V \\ r = 40 \times 0{,}25 = 10\ \Omega\end{array}\right\}$ associação em série

i) Em série com resistor:



$\varepsilon = (R + r)i$
$60 = 12{,}5 \cdot i$
$\boxed{i = 4{,}8\ A}$

Potência no resistor:
$P = Ri^2 = 2{,}5 \cdot 4{,}8^2 = 57{,}6\ W$

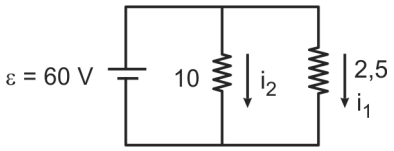
Calor para aquecer o líquido

$$Q = 1000\,g \cdot \frac{4{,}5\,J}{g\,°C} \cdot 10\,°C = 45000\,J$$

Tempo para aquecer o líquido

$$t = \frac{Q}{p} = \frac{45000\,J}{57{,}26\,J/s} = 781{,}25\,s \cdot \frac{1\,min}{60\,s} = 13\ min$$

ii) Em paralelo com o resistor:



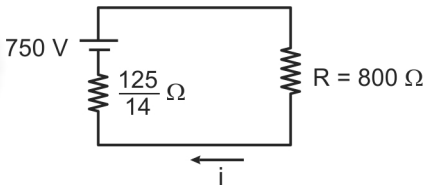
$60\ V = 2{,}5 \cdot i_1 \Rightarrow \boxed{i_1 = 24\ A}$
$P = R \cdot i_1^2 = 1440\ W$

08. Cada linha terá resistência $\left.\begin{array}{l}5000 \times 0{,}25 = 1250\,\Omega \\ 5000 \times 0{,}15 = 750\ V\end{array}\right\}$ série

Fazendo as linhas em paralelo, temos:

$\varepsilon_{eq} = 750\ V$ e $r_{eq} = \frac{1250}{140} = \frac{125}{14}\,\Omega$

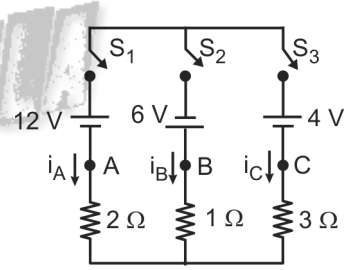
Assim, temos:



$$750 = \left(\frac{125}{14} + 800\right) \cdot i \Rightarrow i = 0{,}93\ A$$

Resposta: C

09.



S_1 e S_2: $i_C = 0$ e $i_A = i_B = i$, em módulo.
$V_A - 2i - 1 \cdot i - 6 - 12 = V_A \Rightarrow i = -6\ A$
$\therefore i_A = i_B = 6\ A;\ i_C = 0$

S_1 e S_3: $i_B = 0$ e $i_A = i_C = i$, em módulo.
$V_A - 2 \cdot i - 3 \cdot i + 4 - 12 = V_A \Rightarrow i = 1{,}6\ A$
$\therefore i_A = i_C = 1{,}6\ A;\ i_B = 0\ A$

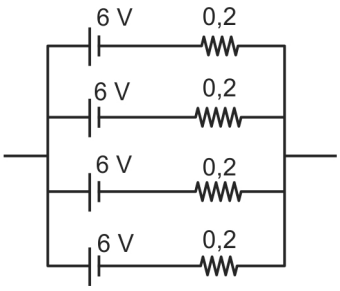
S_2 e S_3: $i_A = 0$ e $i_B = i_C = i$, em módulo.
$\cancel{V_B} - 1 \cdot i - 3 \cdot i + 4 + 6 = \cancel{V_B}$
$4i = 1{,}0 \Rightarrow i = 2{,}5\ A$
$\therefore i_A = 0;\ i_B = i_C = 2{,}5\ A$

10.

$\varepsilon = 6\,V$

$i_{CC} = 30\,A$

$i_{CC} = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow 30\,A = \frac{6\,V}{r} \Rightarrow r = 0,2\,\Omega$



$\varepsilon_{eq} = 6\,V$

$r_{eq} = \frac{0,2}{4} = 0,05\,\Omega$

11.

$\varepsilon = 1,5\,V$, $r = 0,3\,\Omega$ → n pilhas: $\varepsilon_{eq} = 1,5n$, $r_{eq} = 0,3n$, $r' = 0\,\Omega$

$\varepsilon - \varepsilon' = (R + r + r')i$

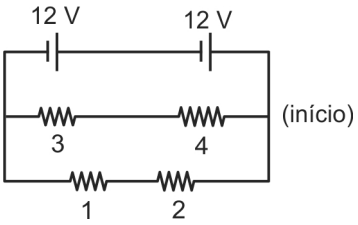
$\varepsilon_{eq} - \varepsilon' = (r_{eq} + \cancel{r'}^{0}) \cdot i$

$1,5 \cdot n - 6 = (0,3 \cdot n + 0) \cdot 1$

$1,2n = 6 \Rightarrow \boxed{n = 5}$

12. Lâmpadas:

$p = 5\,W$, $12\,V$ → $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 5 = \frac{12^2}{R} \Rightarrow R = 28,8\,\Omega$

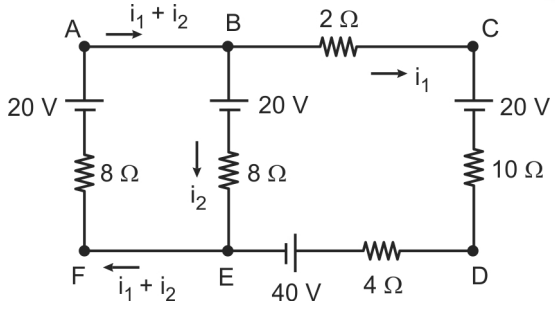


(início)

Veja que, tanto antes quanto depois de o pedaço de fio cair, as tensões em cada uma das lâmpadas é de 12 V, logo, o brilho de nenhuma delas vai mudar.

Resposta: E

13.



Malha ABEFA:

$\cancel{V_A} - \cancel{20} - 8i_2 - 8(i_1 + i_2) + \cancel{20} = \cancel{V_A}$

$-8i_2 - 8i_1 - 8i_2 = 0 \Rightarrow \boxed{i_1 + 2i_2 = 0}$ (1)

Malha BCDEB:

$V_B - 2i_2 - \cancel{20} - 10i_1 - 4i_1 - 40 + 8i_2 + \cancel{20} = V_B$

$-16i_1 + 8i_2 - 40 = 0 \Rightarrow \boxed{2i_1 + 5 = i_2}$ (2)

de (1) e (2), temos:

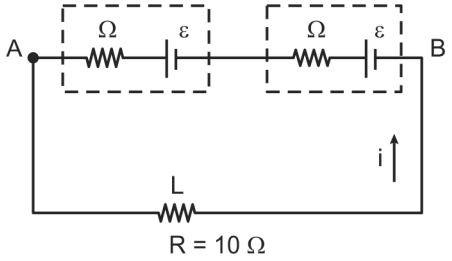
$i_1 + 2 \cdot (2i_1 + 5) = 0 \Rightarrow 5i_1 = -10 \Rightarrow \boxed{i_1 = -2\,A}$ ← maior corrente

$2 \cdot (-2) + 5 = i_2 \Rightarrow \boxed{i_2 = 1A}$

$i_1 + i_2 = 1 - 2 = -1A = 2A$

Resposta: B

14.



Aberto:

$V_{AB} = 2\varepsilon = 3\,V \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 1,5\,V}$

Fechado:

$V_A - i \cdot 10 = V_B \Rightarrow V_{AB} = i \cdot 10$

$\Rightarrow 2,5 = 10i \Rightarrow \boxed{i = 0,25\,A}$

$V_A - 2\varepsilon + 2r_i = V_B$

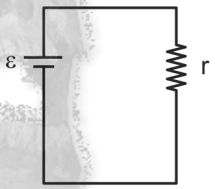
$V_{AB} = 2\varepsilon - 2r_i$

$2,5 = 3,0 - 2 \cdot r \cdot 0,25 \Rightarrow \boxed{r = 1\Omega}$

Resposta: B

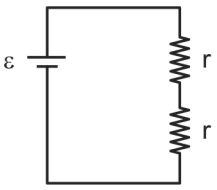
15.

Circuito I



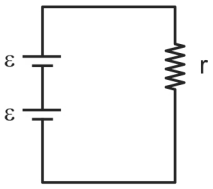
$i = \frac{\varepsilon}{r}$

Circuito II



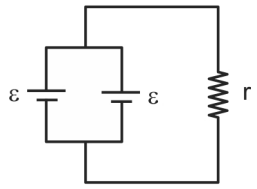
$i = \frac{\varepsilon}{2r}$

Circuito III



$i = \frac{2\varepsilon}{r}$

Circuito IV



$i = \frac{\varepsilon}{r}$

I. **Verdadeiro**
II. **Verdadeiro**
III. **Falso**
IV. **Falso**

Resposta: A

naldo – Revisor(a): Alexandre
042.427 - 158569/21